

KNK-lääkärin mobiilisovellukset

Juuso Kaiharju

Lääketieteen kandidaatti

Korva-, nenä- ja kurkkutautien klinikka, HUS

Helsinki 10.03.2020

Syventävä tutkielma

Ohjaaja: Tuomas Klockars

HELSINGIN YLIOPISTO

Lääketieteellinen tiedekunta

HELSINGIN YLIOPISTO – HELSINGFORS UNIVERSITET

Tiedekunta/Osasto – Fakultet/Sektion – Faculty		Laitos – Institution – Department	
Lääketieteellinen tiedekunta			
Tekijä – Författare – Author			
Juuso Kaiharju			
Työn nimi – Arbetets titel – Title			
KNK-lääkärin mobiilisovellukset			
Oppiaine – Läroämne – Subject			
Lääketiede			
Työn laji – Arbetets art – Level	Aika – Datum – Month and year	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages	
Syventävä tutkielma	10.03.2020	33 + 1	
Tiivistelmä – Referat – Abstract			
<p><i>Tutkielman tarkoitus</i> Mobiilisovellukset ovat levinneet laajaan käyttöön lääketieteen saralla. Tämän tutkielman tarkoituksena oli etsiä tieteellisiä julkaisuja, jotka käsittelevät korva-, nenä- ja kurkkutautien lääkärin näkökulmasta käyttökelpoisia mobiiliapplikaatioita. Lisäksi etsittiin ilmaisia sovelluksia kolmeen yleiseen korvalääkärin työssään kohtaamaan vaivaan. Sovelluksia koekäytettiin ja arvioitiin niiden käytettävyyttä lääkärin työssä.</p> <p><i>Kirjallisuuskatsaus</i> Tutkielmassa tehtiin kirjallisuushaku PubMed-tietokannasta. Hakutuloksista kirjallisuuskatsaukseen valittiin 12 julkaisua, jotka olivat mahdollisimman kattavia sekä käsittelivät myös kolmea tutkielmaan valittua oiretta. Hakutuloksista rajattiin pois ennen vuotta 2014 julkaistut tutkimukset sekä muut kuin englanninkieliset julkaisut.</p> <p><i>Sovellushaku</i> Joulukuussa 2019 tehtiin sovellushaku Google Play ja App Store sovelluskauppoihin. Tutkielmaan valittiin kolme korvalääkärin kannalta olennaista oirekuvaa: huimaus, tinnitus sekä kuulonalenema. Jokaisesta aiheesta valittiin kaksi erilaista suosittua sekä maksutonta sovellusta, joihin perehdyttiin tarkemmin.</p> <p><i>Tulokset ja pohdinta</i> KNK-lääkärin mobiilisovelluksia on tutkittu vielä varsin vähän. Muutamia laajoja katsauksia löytyy pääasiassa vuodelta 2019, mutta valtaosa tutkimuksista on kapea-alaisia soveltuvuusselvityksiä. Kontrolloituja tutkimuksia on vähän. Mobiilisovelluksista vain harva soveltuu sellaisenaan kliiniseen työhön. Sovellusten sisällön tieteellisessä paikkansapitävyydessä on epävarmuutta ja lääketieteen ammattilainen osallistuu sovellusten kehitykseen harvoin. Lääkärikuntaa tulisi kannustaa osallistumaan sovellusten suunnitteluun nykyistä enemmän. Kliiniseen käyttöön suunnitellut sovellukset tulisi rekisteröidä lääketieteelliseksi laitteeksi ja tietosuojaan sekä sisällön tieteelliseen laatuun tulisi kiinnittää enemmän huomiota.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords			
Mobile applications, Otolaryngology, Tinnitus, Vertigo, Hearing Loss			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited			
Helsingin yliopiston kirjasto - Helda			

Sisällysluettelo

1 Johdanto	3
1.1 Mikä on mobiiliapplikaatio?	3
1.2 Mobiiliapplikaatioiden historia.....	4
1.3 Mobiiliapplikaatiot lääketieteessä.....	5
2 Aineisto ja menetelmät	6
2.1 Haku PubMedista	6
2.2 Hakusanat PubMedista.....	6
2.3 Haku sovelluskaupoista	7
2.4 Kirjallisuuskatsaukseen valitut artikkelit	7
3 Kirjallisuuskatsaus.....	9
3.1 Yleistä.....	9
3.2 Äänen tutkiminen sovelluksilla.....	9
3.3 Kuulon tutkiminen sovelluksilla.....	10
3.4 Tasapainon ongelmat ja huimaus.....	10
3.5 Otoskopian ja endoskopian sovellukset	10
3.6 Tinnitus	11
3.7 Oppiminen	11
4 Korva-, nenä- ja kurkkutautien mobiiliapplikaatiot.....	12
4.1 Sovellushaku Google Playsta ja App Storesta.....	12
4.2 Tulokset	12
5 Oire- ja sairauskohtaiset sovellukset.....	13
5.1 Huimaus.....	13
5.2 Tinnitus	18
5.3 Kuulonalenema.....	22
6 Pohdinta.....	28
Lähdeluettelo.....	30

1 Johdanto

Tämän tutkielman tarkoituksena on perehtyä korva-, nenä- ja kurkkutauteihin suunnattuihin mobiilisovelluksiin. Lähdemateriaali koostuu 12 vertaisarvioidusta julkaisusta (kts. Aineisto ja menetelmät sekä Kirjallisuuskatsaus). Tutkielmassa perehdytään syvemmin huimaukseen, tinnitukseen ja kuulonalenemaan suunnattuihin sovelluksiin (kts. Osio 4.)

1.1 Mikä on mobiiliapplikaatio?

Mobiiliapplikaatio eli mobiilisovellus on mikä tahansa kannettavalla laitteella käytettävä tietokone- tai sovellusohjelma (1), jonka tarkoituksena on helpottaa ja monipuolistaa laitteen käyttöä. Mobiilisovelluksia käytetään älypuhelimilla, -kelloilla, tablettitietokoneilla tai muilla kannettavilla päätelaitteilla. Mobiiliapplikaatiot ovat osa suurempaa kokonaisuutta, käyttöjärjestelmää (2). Käyttöjärjestelmää ohjataan käyttöliittymän (3) avulla. Nykyaikaiset käyttöjärjestelmät antavat sovellusten kehittäjille vapauden luoda mitä moninaisimpia sovelluksia. Rajoittavana tekijänä on mobiililaitteiden rajallinen suorituskyky, joka on ohjannut sovelluskehittäjiä tuottamaan keveitä ohjelmistoja. Nykyiset älypuhelimet ovat kuitenkin suorituskyvyiltään ja komponenteiltaan jo lähes yhtä tehokkaita kuin huokeammat pöytäkoneet (4).

Mobiilisovellukset voidaan jakaa karkeasti kolmeen eri kategoriaan niiden käytettävyyden mukaan: 1.) natiiviapplikaatiot eli sovellukset, jotka kehitetään toimimaan vain tietyllä käyttöjärjestelmällä, kuten esimerkiksi iOS:llä. 2.) internet-pohjaiset applikaatiot, joita voidaan käyttää internet-selaimella. 3.) hybridiapplikaatiot, jotka toimivat sekä internet-selaimella että mobiililaitteen käyttöjärjestelmällä. (5) Kaikki mobiilisovellukset eivät automaattisesti toimi eri käyttöjärjestelmissä. Mobiilisovelluksen toimivuus useammassa eri käyttöjärjestelmässä on sekä kuluttajan että sovelluksen kehittäjän etu, koska siten suurempi joukko kuluttajia voi sovellusta käyttää.

Markkinoiden kaksi suurinta käyttöjärjestelmää ovat Googlen kehittämä avoimen lähdekoodin Android (markkinaosuus v. 2016 n. 87,5%) sekä Applen kehittämä suljetun lähdekoodin iOS (markkinaosuus v. 2016 n. 12.1%). (6) (7) Mobiilisovelluksia voi ladata kunkin käyttöjärjestelmän omien kaappasovellusten kautta (Android: Google Play Kauppa/Store, iOS: App Store). (5)

Osa sovelluksista on ilmaisia ladata, joistakin täytyy maksaa. Toiset sovellukset ovat ilmaisia käyttää, kun taas toisissa pitää maksaa lisäsisällöstä.

1.2 Mobiiliapplikaatioiden historia

Mobiiliapplikaatiot yleistyivät kannettavien puhelinten kehittyessä tehokkaammiksi 2000-luvun alkupuolella. Käyttöliittymien muutos monivärisiksi ja graafisiksi mahdollisti uudenlaiset ohjelmistot. Teknologiakolumnisti David Poque käytti kolumnissaan 2009 termiä "app phones" kuvaillessaan uudemman sukupolven kehittyneitä älypuhelimia. (8) Termi löysi tiensä nopeasti populaarikulttuuriin ja American Dialect Society (ADL) nimesi sen 2010 Vuoden Sanaksi (9).

Käyttöjärjestelmien kamppailu markkinaosuuksista oli kiivaimmillaan 2010 taitteessa. Melkein kaikilla kännykkävalmistajilla alkoi olla saatavilla älypuhelimia graafisella käyttöliittymällä ja kosketusnäytöllä (10) (11). Monilla valmistajilla oli omat käyttöjärjestelmänsä, mutta avoimen lähdekoodin Android alkoi yleistyä helpon muokattavuuden vuoksi. Androidin suurimmaksi kilpailijaksi jäi Applen kehittämä iOS-käyttöjärjestelmä (alun perin iPhone OS), joka tuli markkinoille kosketusnäytöllisen iPhoneen myötä 2007. (5) (6) (7)

2010-luvulla on kiinnitetty huomiota pilvipalveluihin ja eri älylaitteiden toimimiseen synkronoidusti (12). Kuluttajalla saattaa olla älypuhelin, -kello, tablettitietokone ja kannettava tietokone, joiden hän haluaa jakavan tietoa keskenään. Mobiilitieto on siirtynyt pitkälti pilvipalveluihin. Informaatio tallentuu ja sitä käsitellään pilvipalveluissa.

1.3 Mobiiliapplikaatiot lääketieteessä

Potilaskäyttöön ja itsehoitoon suunnattuja sovelluksia löytyy valtava määrä ja niitä kehitetään jatkuvasti lisää. Mobiililaitteiden mHealth (13), 'mobiiliterveys', on nopeimmin kasvavia osa-alueita älyteknologiassa. Älykellot ja -sormukset mittaavat sykettä, unen syvyyttä ja stressitasoa ja pyrkivät opastamaan terveellisempiin elämäntapoihin sekä optimoimaan käyttäjän päivärytmiä vireystilan vaihtelun mukaan. Tulevaisuuden visioissa mobiililaitteet keräävät potilaista tietoja, jotka sitten välittyvät lääkärille sopivasti jäsennehtyinä. Esimerkiksi potilaan verenpaineen tai verensokerin vaihtelu ja mahdolliset lääkitysmuutokset voidaan hoitaa ilman perinteistä vastaanottokäyntiä.

Mobiilisovellukset ovat muuttaneet lääketieteen opiskelua. E-kirjat ovat yleistyneet, anatomian kuvastoista on saatavilla havainnollistavia 3D-malleja ja sovelluksia on tarjolla potilaan tutkimiseen. Nykyään on myös interaktiivisia visailusovelluksia. Sovellukset vaikuttavat parantavan oppimistuloksia (14). Julkaisut, kuten Lancet tai Nature, ovat alkaneet tuottaa mobiilisovelluksia, jolla uusia numeroita voi selata älylaitteilla.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Haku PubMedista

Tutkielmaa varten suoritettiin PubMed-hakuja (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) (3) maalís-, touko- ja joulukuussa 2019. Löysin 95 julkaisua, joista rajattiin lisäksi ennen vuotta 2014 julkaistut tutkimukset, ei-englanninkieliset julkaisut sekä julkaisut, jotka eivät otsikon perusteella sopineet tutkielman tarkoituksiin.

2.2 Hakusanat PubMedista

Hakusanat on esitetty Taulukossa 1.

mobile application otorhinolaryngology	mobile app otorhinolaryngology
application otorhinolaryngology	mobile application otolaryngology
mobile app otolaryngology	mobile application otolaryngology
mobile application vertigo orolaryngology	mobile application tinnitus otorhinolaryngology
mobile application tinnitus	mobile application hearing impairment
mobile application hearing impairment otorhinolaryngology	otolaryngology hearing impairment mobile application
mobile application vertigo	mobile application vertigo otorhinolaryngology

Taulukko 1. Hakusanat PubMed

2.3 Haku sovelluskaupoista

Suomen- tai englanninkielisiä sovelluksia etsittiin Google Playsta (<https://play.google.com/store>) ja App Storesta (<https://www.apple.com/ios/app-store/>) hakusanoilla "otorhinolaryngology", "otolaryngology" sekä "ear, nose throat". Google Play sisällyttää automaattisesti hakuun ENT (Ear, Nose, Throat) sekä muita käytettyyn hakusanaan läheisesti liittyviä termejä tulosten laajentamiseksi. Tämän vuoksi kaikki kolme hakusanaa antoivat käytännössä samat tulokset Google Playsta. App Storessa kolme eri hakua tuottivat erilaiset tulokset. Kumpikaan sovelluskauppa ei tarjonnut läpinäkyvää selitystä hakukoneensa toiminnalle.

Tutkielmassa perehdytään tarkemmin huimaukseen, tinnitukseen ja kuulonalenemaan suunnattuihin sovelluksiin. Sovelluskaupoista tehtiin haku käyttäen hakusanoja "vertigo", "tinnitus", "hearing impairment", "hearing loss" ja "hearing aid".

2.4 Kirjallisuuskatsaukseen valitut artikkelit

Kirjallisuuskatsaukseen valitut artikkelit on esitetty Taulukossa 2.

Tutkimus	Kirjoittaja ja vuosi
Mobile applications in otolaryngology for patients: An update.	Casale ym. 2018
The Current State and Future Possibilities of Mobile Phone "Voice Analyser" Applications, in Relation to Otorhinolaryngology.	Munnings AJ 2019
An app to enhance resident education in otolaryngology.	Hsueh ym. 2018

Tutkimus	Kirjoittaja ja vuosi
Medical Apps in Oto-Rhino-Laryngology.	Rak ym. 2019
An iPhone-assisted particle repositioning maneuver for benign paroxysmal positional vertigo (BPPV): a prospective randomized study.	Organ ja Liu 2015
The aVOR App Increases Medical Students' Competence in Treating Benign Paroxysmal Positional Vertigo (BPPV).	Dlugaiczek ym. 2018
Development and field Development testing of a smartphone "App" for tinnitus management.	Henry ym. 2017
Internet/smartphone-based applications for the treatment of tinnitus: a systematic review.	Nagaraj ja Prabhu 2019
Assessing the Unterberger test: introduction of a novel smartphone application.	Whittaker ym. 2014
Smartphone Otoscopy Performed by Parents.	Erkkola-Anttinen ym. 2019
An innovative smartphone-based otorhinoendoscope and its application in mobile health and teleotolaryngology.	Wu ym. 2014
iPhone otoscopes: Currently available, but reliable for tele-otoscopy in the hands of parents?	Shah ym. 2018

Taulukko 2. Kirjallisuuskatsaukseen valitut tutkimukset

3 Kirjallisuuskatsaus

3.1 Yleistä

Lääkäreille suunnatuista KNK-applikaatioihin liittyvistä julkaisuista on tehty yksi laajempi katsaus (Rak ym. 2019), jossa analysoitiin 71 artikkelia. Julkaisut jakautuivat pääasiassa viiteen suureen kategoriaan: audiometria (16%), kuulolaitteet ja kuulon apuvälineet (10%), allergologia (9%), tinnitus (8%) sekä endoskopia/otoskopia (8%). (15)

Katsauksessa arvioitiin myös 33 mobiilisovellusta, joiden valintakriteereitä ei esitetty. Sovelluksia arvioitiin 39-osaisen kysymyslistan avulla (Albrecht et al, 2013 (16) (17)). Kirjoittajien päätelmä oli, että yksikään sovelluksista ei sovellu sellaisenaan kliiniseen työhön. (15)

Casale ym. (2018) etsivät potilaille suunnattuja sovelluksia ja löysivät 217 kriteerit täyttävää applikaatiota. Ilmaisia oli 137 kpl (63%) ja maksullisia 80 kpl (37%). Sovellukset jaettiin diagnostisiin (36%), hoidollisiin (56%), diagnostisiin ja terapeuttisiin (3%) sekä kontaktisovelluksiin (5%). Eniten sovelluksia löytyi tinnituksen hoitoon (35%) ja kuulon testaukseen (29%). Kirjoittajien mielestä sovellukset ovat hyviä seulonnassa, mutta eivät korvaa kliinistä arviota. (18)

3.2 Äänen tutkiminen sovelluksilla

PRAAT on puheanalyysin kehitetty tietokoneohjelma. Sen avulla voidaan erottaa puheäänestä patologisia muutoksia. (19) Munnings (2019) tarkasteli äänen analysointia mobiiliapplikaatioilla, joita verrattiin PRAAT-äänianalysaattoriin (20). Kirjoittaja totesi applikaatioiden olevan yhtä tarkkoja kuin PRAAT-ohjelma, jos tutkimukseen sisältyi myös huolellinen kliininen status (21). Sovellusten äänitallenteet todettiin laadukkaiksi ja niistä pystyi luotettavasti tekemään GRBAS-luokituksen (22). (23)

3.3 Kuulon tutkiminen sovelluksilla

Rak ym. (2019) tarkastelivat 11:tä tutkimusta, joissa testattiin mobiilisovelluksia kuulon mittaukseen. Kirjoittajat totesivat sovellusten sopivan lähinnä seulontaan. Havainnot vastasivat aiheesta vuonna 2016 tehtyä tutkimusta. (24) (15)

Casale ym. (2016) katsauksessa sovelluksista 29% (63/217 kpl) oli tarkoitettu kuulon mittaukseen. (18)

3.4 Tasapainon ongelmat ja huimaus

Epleyn liikesarjaa käytetään hyvänlaatuisen asentohuimauksen hoitoon. Organ ja Liu (2015) testasivat lääketieteen opiskelijoiden tekemää Epleyn liikesarjaa iPhone-sovelluksella (DizzyFix; Clearwater Clinical Ltd.). Sovellusta käyttäneet opiskelijat suoriutuivat toimenpiteestä paremmin. Tutkijat suosittelivat sovellusta koulutukseen sekä kliiniseen työhön. (25)

Długaiczek ym. (2018) tutkivat Epleyn liikesarjan tekemistä sovelluksen avulla. Sovelluksella harjoitelleet opiskelijat suorittivat toimenpiteen paremmin kuin kontrolliryhmä. (26)

Unterbergerin marssikokeella voidaan havaita tasapainoelimen häiriöitä. DplusR Balance (D-R Medical London) -sovellus mittaa tutkittavan kääntymistä marssikokeessa. Whittaker ym. (2014) koekäyttivät sovellusta ja havaitsivat, että se pystyi toteamaan kliinisesti merkittävän löydöksen yhtä luotettavasti kuin lääkäri. (27) (15)

3.5 Otoskopian ja endoskopian sovellukset

Otos- ja endoskooppeja käytetään korvan, nenän ja nielun tutkimiseen sekä kuvaamiseen. Rak ym. (2019) tarkastelivat tutkimusta, jossa älylaitteeseen yhdistettävän otoskoopin kuvanlaatua verrattiin korvan tutkimiseen tarkoitettuun mikroskooppiin. Mobiililaitte havaittiin lähes yhtä tarkaksi kuin mikroskooppi. (28)

Liu ym. (2016) vertailivat älylaitteeseen kiinnitettävän adapterin ja perinteisen endoskoopin videon kuvanlaatua. Tutkijat totesivat adapterin toimivan yhtä hyvin kuin perinteinen endoskooppi. (29) (15)

Wu ym. (2014) testasivat mobiiliapplikaation avulla otettuja tärykalvokuvia erikoistuvien lääkärien koulutuksessa. Sovellus lisäsi lääkäreiden oikeita diagnooseja. (30)

Shah ym. (2018) opettivat pikkulasten vanhempia tulkitsemaan korvatulehdusta tärykalvokuvista. Kirjoittajien mielestä kuvien tulkinta tulee jättää ammattilaiselle. (31)

Erkkola-Anttinen ym. (2019) opettivat pikkulasten vanhempia kuvaamaan lastensa tärykalvoja älypuhelimella. Tutkijat havaitsivat, että vanhemmat nauhoittivat hyvänlaatuisia videoita, joiden avulla lääkäri pystyi varmentamaan tai poissulkemaan välikorvantulehduksen. (32)

3.6 Tinnitus

Tinnitus tarkoittaa äänikokemusta, jolle ei löydy ulkoista äänilähdettä. Tinnitus on yleinen vaiva ja sen hoito perustuu pitkälti poisoppimiseen. Nagaraj ja Prabhu (2019) analysoivat viittä tutkimusta tinnituksen hoidosta mobiilisovelluksella. Applikaatiot lievittivät potilaiden oireita ja paransivat elämänlaatua. (33)

Henry ym. (2017) kehittivät tinnitusapplikaation, joka kyselyn perusteella paransi potilaiden elämänlaatua ja kykyä pärjätä tinnituksen kanssa. (34)

3.7 Oppiminen

Mobiilisovelluksia on kehitetty parantamaan oppimista. PulseQD mobiilisovellus on tarkoitettu erikoistuvien KNK-lääkäreiden koulutukseen. Sovellusta käyttäneiden OTE -tesititulokset (Otolaryngology Training Exam (35)) paranivat 5.5%, kun verrokeilla nousu oli 2.2% (Hsueh ym. 2018). (14)

4 Korva-, nenä- ja kurkkutautien mobiiliapplikaatiot

4.1 Sovellushaku Google Playsta ja App Storesta

Haun (kts. Osio 2.3) tulokset on esitetty Taulukossa 3 (Google Play) ja Taulukossa 4 (App Store). Applikaatiot jaoteltiin ilmaisiin ja maksullisiin, diagnostisiin, hoidollisiin, opetuksellisiin sekä muihin sovelluksiin. Kohderyhmäksi valittiin lääkäri/opiskelija tai potilas.

4.2 Tulokset

	Yhteensä	Ilmaisia	Maksullisia	Lääkärille/o piskelijalle	Potilaalle
Yhteensä	123	99	24	92	31
Diagnostiset	6	4	2	0	6
Hoidolliset	7	5	2	1	6
Opetus/Info rmaatio	70	53	17	64	6
Muut	40	37	3	27	13

Taulukko 3. Hakutulokset Google Play -sovelluskaupasta

Sovellushaku Google Playssa tuotti 250 hakutulosta, joista tutkielmaan hyväksyttiin lääketieteeseen liittyvät suomen- tai englanninkieliset sovellukset. Hyväksytyjä applikaatioita oli 123 kappaletta.

	Yhteensä	Ilmaisia	Maksullisia	Lääkärille/o piskelijalle	Potilaalle
Yhteensä	37	14	23	32	5
Diagnostiset	1	1			1
Hoidolliset	0	0	0	0	0
Opetus/Informaatio	29	7	22	26	3
Muut	7	6	1	6	1

Taulukko 4. Hakutulokset App Store -sovelluskaupasta

Sovellushaku App Storessa tuotti 42 hakutulosta, joista tutkielmaan hyväksyttiin lääketieteeseen liittyvät suomen- tai englanninkieliset sovellukset. Hyväksytyjä applikaatioita oli 37 kappaletta.

5 Oire- ja sairauskohtaiset sovellukset

5.1 Huimaus

5.1.1 Sovellusten haku sovelluskaupasta

Haku tehtiin joulukuussa 2019 hakutermillä "vertigo". Tulokset on esitetty Taulukossa 5.

	Google Play	App Store	Yhteensä
Huimauksen hoito	18	14	32
Liikesarjojen ohjaus	2	1	3

Taulukko 5.

5.1.2 Sovellus huimauksen hoitoon – liikesarjaharjoittelu

VertiGo Exercise (AR) (Abbott)

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Abbott.VertiGoExcercise&hl=fi>

Latauksia 10 000+, Käyttäjäärvosana 3,5/5 (200 arvostelua), saatavilla Android sekä iOS.

5.1.2.1 Kohderyhmä

Sovellus on suunniteltu yleisesti huimauksen hoitoon. Sovellus tarjoaa liikeharjoitteita, reseptiyhteenvedon sekä ruokavalio-ohjeita. Liikeharjoitteiden tarkoituksena on lievittää sekä ennaltaehkäistä huimauksireitoita.

5.1.2.2 Sisältö

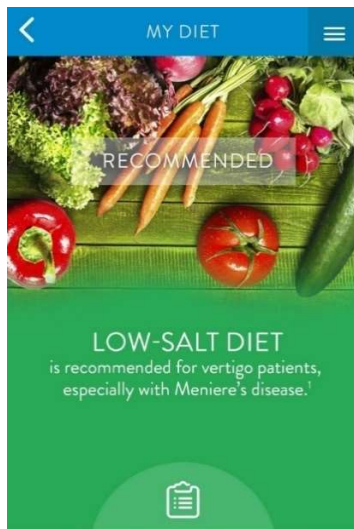
Ohjelmasta löytyy ohjeet oikeanlaisen ruokavalion noudattamiseen (Kuva 1.) sekä mahdollisuus tallentaa omia ruokareseptejä ja ruokapäiväkirjaa. Etusivulla on pikahoito ohjeet akuuttiin huimaukskohtaukseen. (Kuva 2.). Harjoittelun (Kuva 3.) aikana ohjeet lukevat älylaitteen näytöllä sekä virtuaalinen valmentaja kertoo ne ääneen englanniksi.

5.1.2.3 Omat huomiot

Ohjelman käyttöliittymä on hidas. Painallukset eivät aina rekisteröidy applikaatioon. Ohjelman ulkoasu on siisti ja yksinkertainen. Navigointi on helppoa päänäkyssä (Kuva 4.).

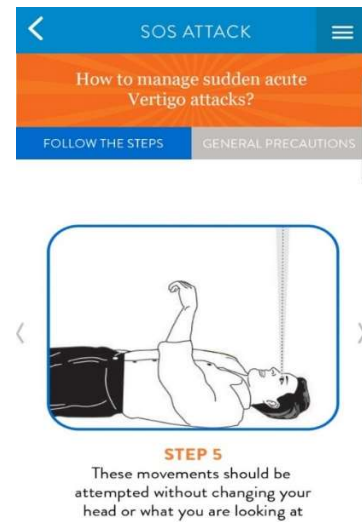
Ohjelman tutoriaali on puutteellinen. Liikeharjoittelun aloittamiseksi täytyy ladata sekä tulostaa ohjelman tunnistama merkki, joka asetetaan haluttuun paikkaan lattialla. Tämä

merkki skannataan älylaitteen kameralla ja sovellus luo siihen virtuaalisen valmentajan. Kieli on ymmärrettävää ja kuvalliset ohjeet selkeitä sekä helppoja noudattaa. Harjoituksia löytyy 21 erilaista. Virtuaalinen valmentaja vahtii, että harjoitukset tehdään rauhallisesti ja toistoja tulee riittävästi.

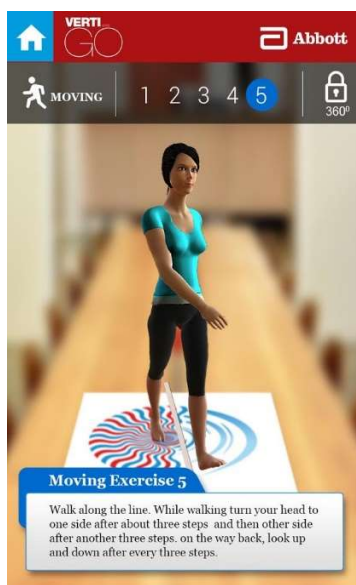


Reference: Sura D and Newell S. Vertigo – diagnosis and management in the primary care. British Journal of Medical Practitioners 2010;3(4):351.

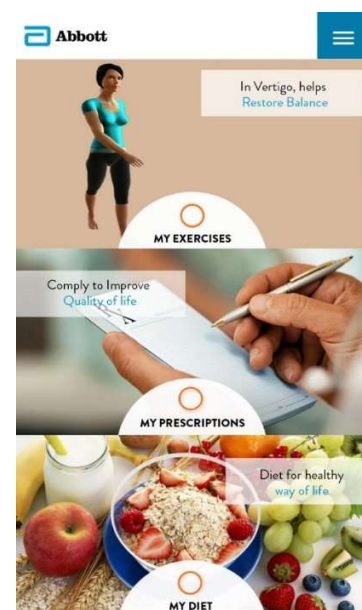
Kuva 1. Ruokavalio-ohjeita



Kuva 2. Pikahoito-ohjeet



Kuva 3. Virtuaalinen valmentaja



Kuva 4. Etusivu

5.1.3 Sovellus huimauksen hoitoon – katseenvakauttamisharjoittelu

Vestibio – Metronome app for vertigo exercises (Amage software)

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.amagesoftware.vestibio&hl=fi>

Latauksia 1000+, Käyttäjäärvosana 4,0/5 (9 arvostelua), saatavilla Android sekä iOS.

5.1.3.1 Kohderyhmä

Sovellus on kehitetty katseenvakauttamisharjoitteiden ('gaze stabilization') tueksi. Harjoittelu toimii vestibulaarineuriitissa, kahdeksannen aivohermon toimintahäiriössä tai sentraalisessa huimauksessa. Harjoittelusta ei ole hyötyä asentoperäisen huimauksen tai migreenin aiheuttaman huimauksen hoidossa. (36)

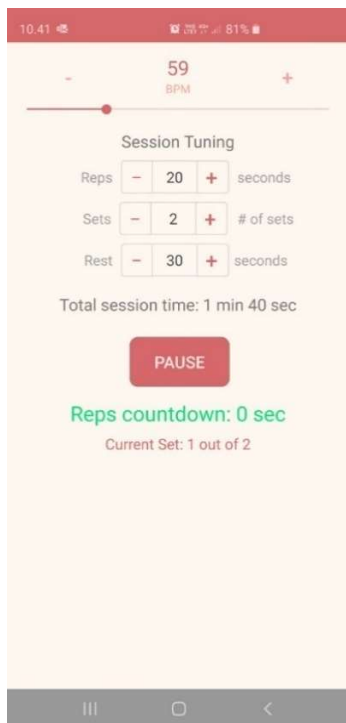
5.1.3.2 Sisältö

Sovellus on metronomi, joka rytmittää katseenvakauttamisharjoittelua. Metronomi toimii taajuudella 1-221 bpm. Käyttäjä valitsee toistojen ja liikesarjojen määrän sekä sarjojen välisen tauon (Kuva 5.). Sovellus ilmoittaa harjoituksen keston. Harjoittelun jälkeen käyttäjä arvioi huimauksen vaikeusasteen (0-10) yhteenvetönäkymässä (Kuva 6.). Harjoittelut tallentuvat sovelluksen muistiin (Kuva 7.). Sovellus piirtää kuvaajaa harjoitusten tiedoista (Kuva 8.). Harjoitteluhistorian voi tallentaa Google Drive –pilveen.

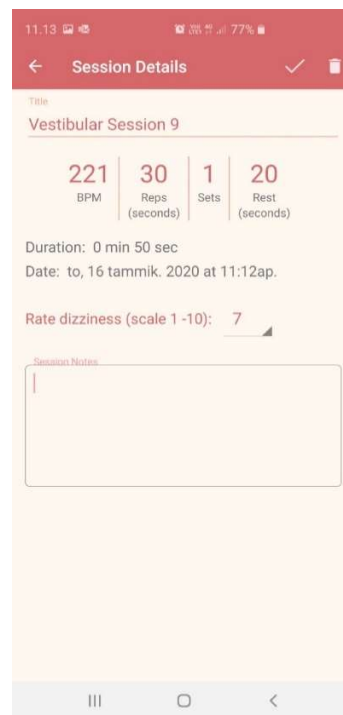
5.1.3.3 Omat huomiot

Ohjelma on helppokäyttöinen ja selkeä, sovellus reagoi ruudunpainalluksiin tarkasti. Metronomin sekä harjoittelun asetuksia voi muokata runsaasti. Metronomin ääni on selkeä ja kuuluva. Käyttöohje avautuu erillisessä selaimen ikkunassa. Harjoittelupäiväkirja sekä

kuvaaja ovat hyviä ominaisuuksia. Yhteensopivuus Google Drive –pilven kanssa on hyödyllinen.



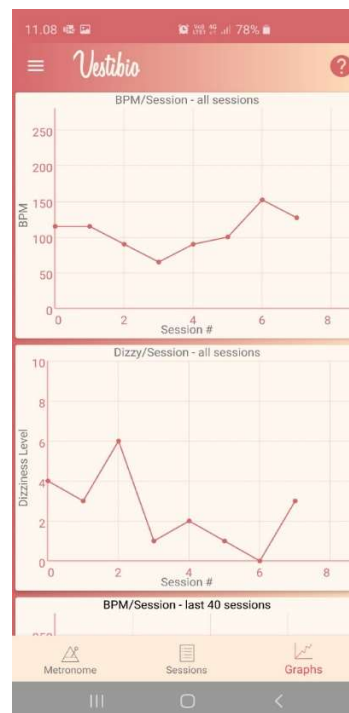
Kuva 5. Metronomin asetukset



Kuva 6. Yhteenveto harjoittelusta



Kuva 7. Harjoitteluhistoria



Kuva 8. Kuvaaja

5.2 Tinnitus

5.2.1 Sovellusten haku sovelluskaupasta

Haku tehtiin joulukuussa 2019 hakutermillä ”tinnitus”. Tulokset on esitetty Taulukossa 6. Sovellukset sijoitettiin siihen ryhmään, jota käytettiin sovelluksen kuvauksessa.

	Google Play	App Store	Yhteensä
Tinnituksen hoitoon	55	32	85
Valkoinen kohina	30	23	53
Uni ja rentoutuminen	90	21	111

Taulukko 6.

5.2.2 Sovellus tinnituksen peittämiseksi äänellä

Tonal Tinnitus Therapy (appyhapps.nl)

<https://play.google.com/store/apps/details?id=nl.appyhapps.tinnitusmassage&hl=fi>

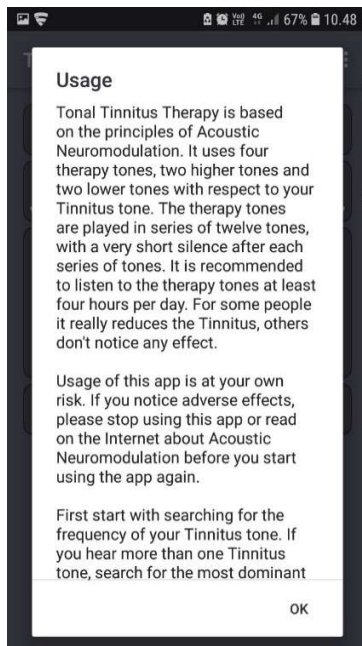
Latauksia 10 000+, Käyttäjäärvosana 4,0/5 (164 arvostelua), Saatavilla vain Android.

5.2.2.1 Kohderyhmä

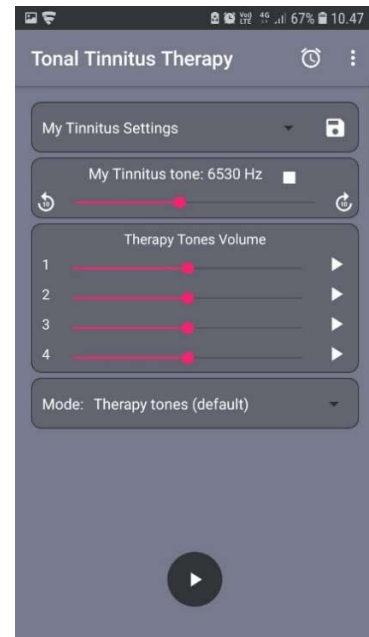
Sovellus on suunniteltu tinnituksesta kärsiville potilaille, jotka haluavat peittää tinnituksen saman taajuisella äänellä (Kuva 9.).

5.2.2.2 Sisältö

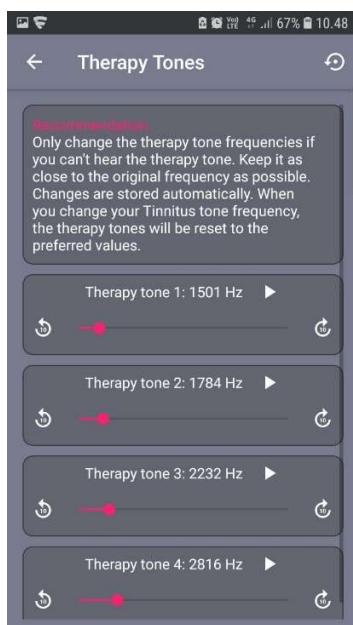
Ääntä voi säätää 10 Hertsin tarkkuudella (Kuva 10.) taajuusalueella 10 Hz – 15 000 Hz. Sovellus tarjoaa neljää eritaajuista esiasetusta (Kuva 11.). Sovelluksella voi soittaa kahta eritaajuista ääntä yhtä aikaa. Sovellukseen voi asettaa muistutuksen (Kuva 12.).



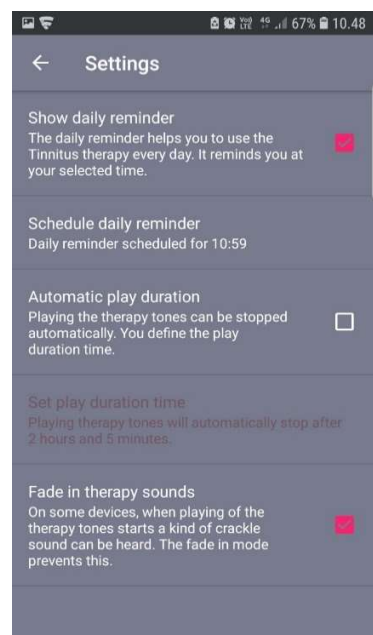
Kuva 9. Käyttötarkoitus



Kuva 10. Taajuuden säätö



Kuva 11. Esiasetetut taajudet



Kuva 12. Asetukset-sivu

5.2.2.3 Omat huomiot

Sovellus on yksinkertainen ja helppotoiminen. Valikot ovat selkeitä ja navigointi helppoa. Liukusäätimet toimivat kosketusnäytöllä herkästi. Säätovaraa äänen taajuudelle on runsaasti ja nopeaa käyttöönottoa helpottavat esiasetetut terapiaäänet. Sovellus ei sisällä valkoista kohinaa tai rentouttavia äänimaisemia. Kuulokkeiden käyttöä suositellaan, mutta sovellus toimii myös mobiililaitteen kaiuttimen kautta.

5.2.3 Sovellus peittämään tinnitus äänimaisemalla

Tinnitus Balance (Phonak)

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.phonak.tinnitus&hl=fi>

Latauksia 50 000+, Arvosana 3,6/5 (269 arvostelua), saatavilla Android ja iOS.

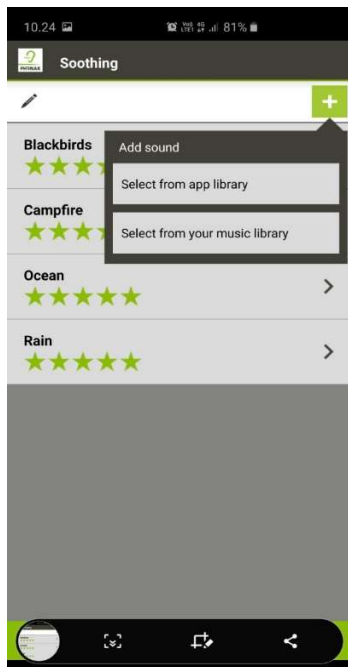
5.2.3.1 Kohderyhmä

Sovellus on kehitetty peittämään tinnituksen ääni tuottamalla erilaisia taustääniä ja äänimaisemia.

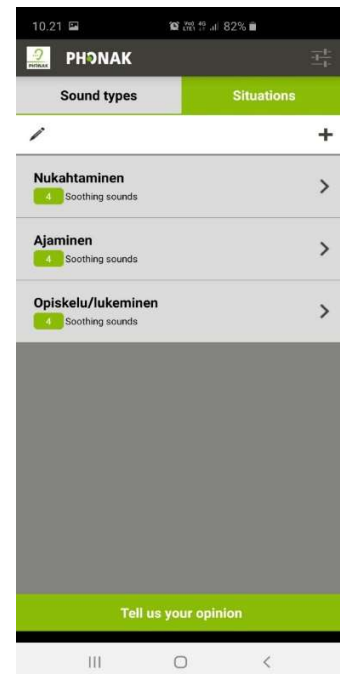
5.2.3.2 Sisältö

Äänimaisemia voi ladata sovelluksen kirjaston kautta tai käyttää omia äänitiedostoja (Kuva 13.). Suoratoistopalveluita sovellus ei tue. Käyttäjä voi luoda omia soittolistoja (Kuva 14.).

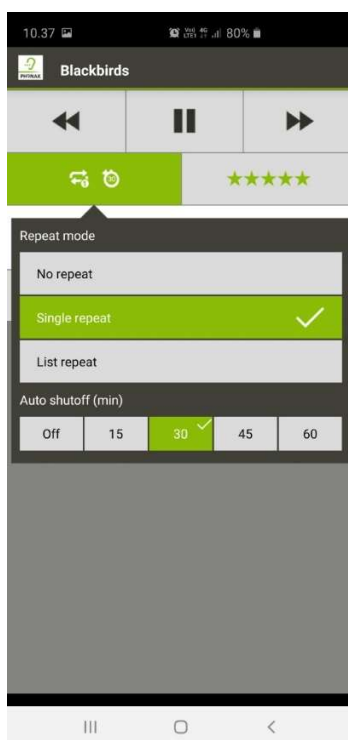
Sovelluksen voi asettaa sammumaan automaattisesti (Kuva 15.). Käyttäjän antamat arvostelut helpottavat soittolistojen muokkaamista ja järjestelyä (Kuva 16.).



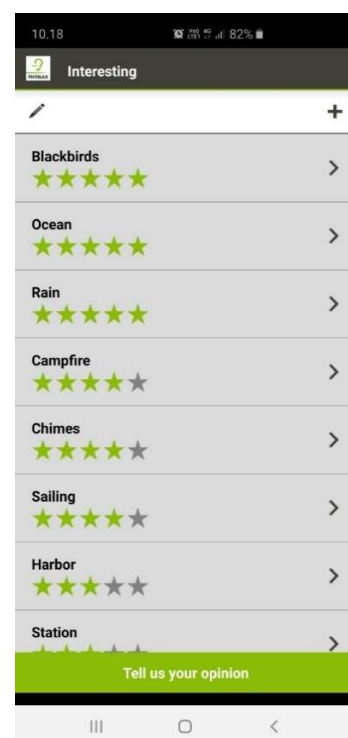
Kuva 13. Äänten selaaminen ja lisääminen



Kuva 14. Soittolistat



Kuva 15. Soitin



Kuva 16. Arvostelut

5.2.3.3 Omat huomiot

Sovellus on selkeä ja toiminnan oppii nopeasti. Applikaatio on rakennettu vanhentuneelle käyttöliittymälle. Valmiit äänimaisemat ovat miellyttäviä. Sovelluksen käyttökelpoisuutta laajentaisi suoratoistopalveluiden yhteensopivuus sekä mahdollisuus tuottaa vain yhden taajuista ääntä. Käyttöohjetta ei löydy.

5.3 Kuulonalenema

5.3.1 Sovellusten haku sovelluskaupasta

Haku tehtiin joulukuussa 2019 hakutermeillä "hearing impairment", "hearing loss" ja "hearing aid". Tulokset on esitetty Taulukossa 7. Sovellukset sijoitettiin siihen ryhmään, jota käytettiin sovelluksen kuvauksessa.

	Google Play	App Store	Yhteensä
Kuulokäyrä/kuulote sti	25	30	55
Kuntoutus/kuulon apu	106	18	124
Kuulokojeen apusovellus	23	1	24
Opetus/informaatio	13	2	15

Taulukko 7.

5.3.2 Sovellus: Kuulokäyrä

Hearing Test (e-audiologia.pl)

<https://play.google.com/store/apps/details?id=mobile.eaudiologia&hl=fi>

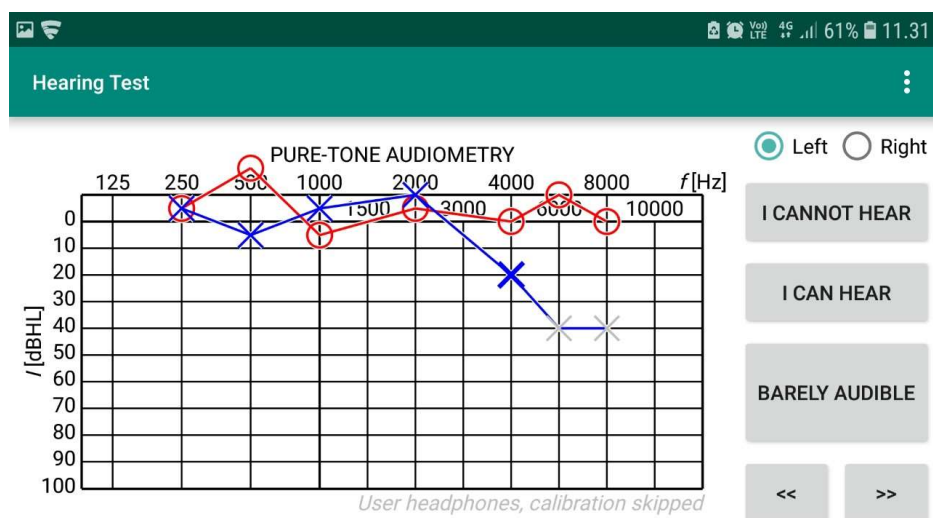
Latauksia 1 000 000 +, Käyttäjäärvosana 4,5/5 (8457 arvostelua), Saatavilla Android ja iOS.

5.3.2.1 Kohderyhmä

Sovellus on suunnattu ihmisille, jotka epäilevät kuulonsa alentuneeksi ja haluavat tehdä kartoittavan kuulotestin.

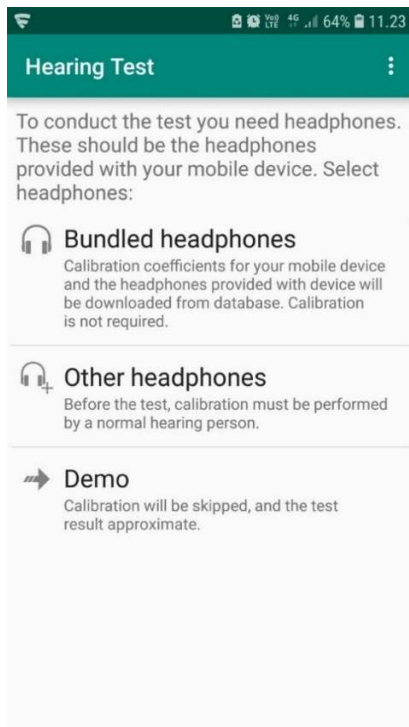
5.3.2.2 Sisältö

Sovellus toistaa tutkittavaa äänentaajuutta ja käyttäjä painaa painikkeita, kunnes ei kuule enää ääntä (Kuva 17.). Testi mittaa kuulokynnyksen taajuuksilta 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, 6 kHz ja 8 kHz. Kuulokäyrä piirretty reaaliaikaisesti. Kuulokkeet tulee kalibroida ennen testiä itse (kesto n. 7 min) tai ladata valmis kalibrointi internetistä (Kuva 18.).

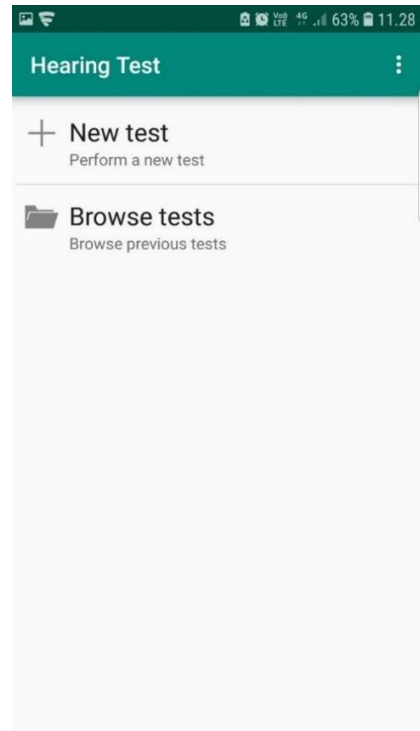


Kuva 17. Kuulokäyrän mittaaminen

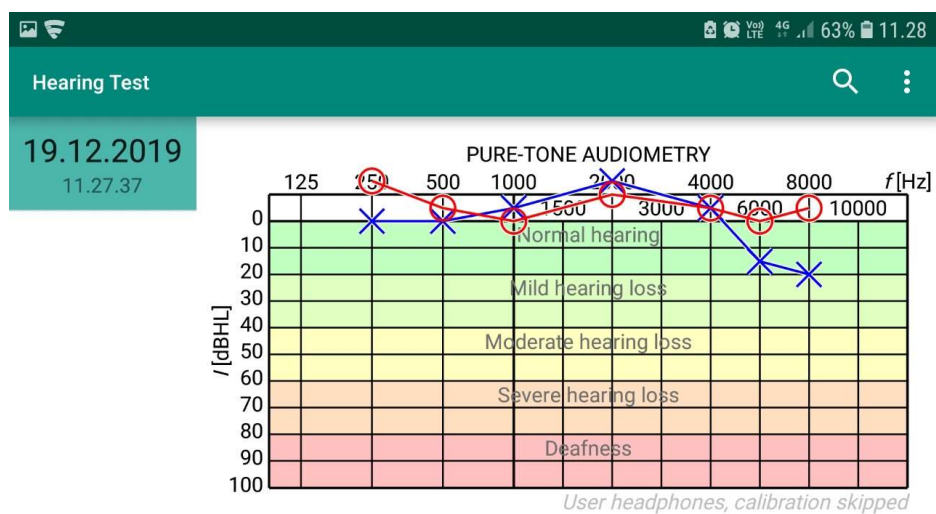
Kalibroinnin voi halutessaan ohittaa, mikä heikentää tuloksen luotettavuutta. Ohjelma piirtää helppolukuisen kuulokäyrän (Kuva 20.). Vanhoja käyriä voi selata päävalikon kautta (Kuva 19.)



Kuva 18. Kuulokkeiden kalibrointi



Kuva 19. Etusivu



Kuva 20. Valmis kuulokäyrä

5.3.2.3 Omat huomiot

Sovelluksen käyttö on yksinkertaista ja helppoa. Ohjelma ei tue suomen kieltä, mutta englanninkieliset ohjeet ovat selkeät. Luotettava tulos edellyttää kuulokkeiden käyttöä ja hiljaista ympäristöä. Kosketusnäyttö toimii herkästi. Kuulokäyrä on selkeä ja informatiivinen. Sovellusta koekäytettiin kalibroiduilla kuulokkeilla (Samsung-AKG EO-IG955BS (37)) ja kalibroimattomana. Kuulokäyrät olivat samankaltaiset.

5.3.3 Sovellus äänen vahvistamiseen ja kuulolaitteeksi

Ear Spy Super Hearing (Simplar J Apps)

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.spyear.superhearing.app&hl=en_US

Latauksia 10 000+, Käyttäjäarvosana 4,7/5 (528 arvostelua), Saatavilla vain Android.

5.3.3.1 Kohdeyryhmä

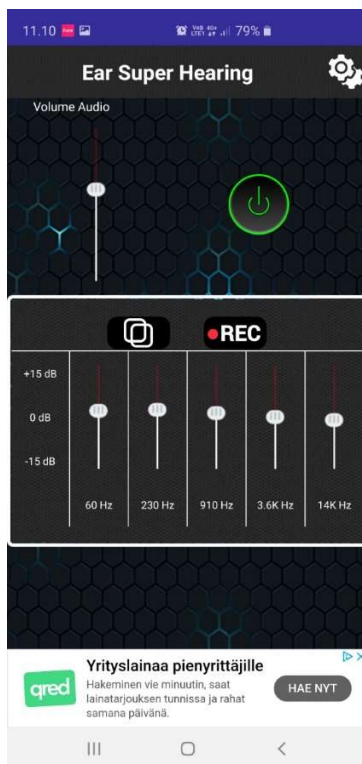
Sovellus on kehitetty äänen vahvistimeksi ja auttaa käyttäjää kuulemaan keskustelua meluisassa ympäristössä. Sovellus käyttää älylaitteen mikrofonia ja toistaa äänen vahvistettuna käyttäjän haluamilla taajuuskorjauksilla.

5.3.3.2 Sisältö

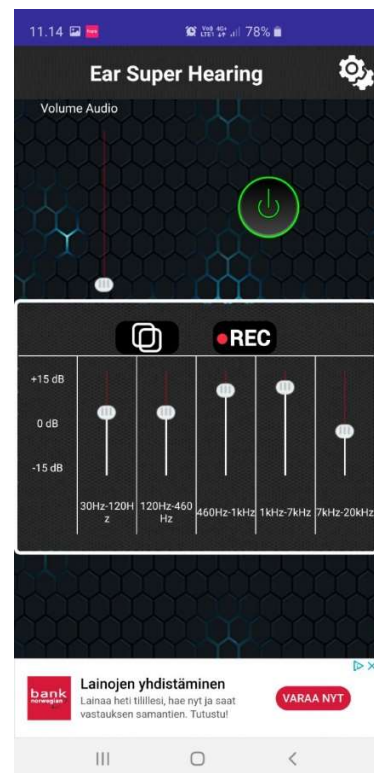
Sovellus edellyttää kuulokkeiden käyttöä ja ilmoittaa, mikäli ne eivät ole kytkettynä. Taajuuskorjauksia voi tehdä eri alueilla 30-120 Hz, 120-460 Hz, 460 Hz – 1 kHz, 1-7 kHz sekä 7-20 kHz (Kuva 21.). Voimakkuuden säätö on mahdollista –15 - +15 dB välillä (Kuva 22.). Sovelluksesta löytyy myös nauhoitusmahdollisuus (Kuva 23.). Nauhoitukset tallentuvat mobiililaitteen muistiin ja niitä voi selata kirjaston kautta (Kuva 24.).

5.3.3.3 Omat huomiot

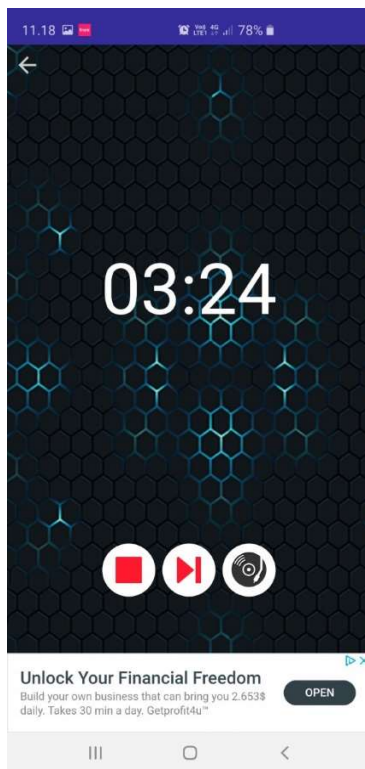
Sovelluksen käyttö on helppoa. Liukupainikkeet tuntuvat luonnollisilta ja valikot ovat selkeitä. Sovellus toimii uusimmalla Android-versiolla. Sovellusta kokeiltiin tammikuussa 2020 Biomedicum Helsingin ruokalassa. Applikaatio toimii hyvin viiden metrin etäisyydellä. Sovellus suodattaa tehokkaasti mikrofoniin suuntauksen sivulta tulevat äänet. Mikrofoniin suuntaamista helpottaa langattomat kuulokkeet. Sovelluksen vahvistama ääni on kaikuva.



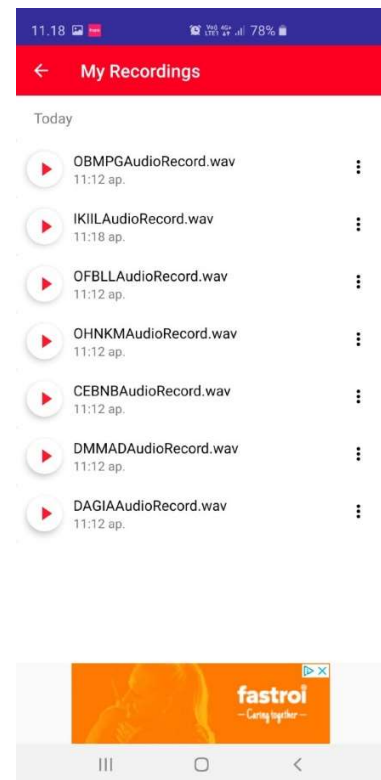
Kuva 21. Etusivu ja taajuuskorjain



Kuva 22. Äänenvoimakkuuden säätö



Kuva 23. Ääninauhoitin



Kuva 24. Nauhoituskirjasto

6 Pohdinta

KNK-mobiiliapplikaatioista on tehty kaksi laajaa katsausta (Rak ym. 2019 (15), Casale ym. 2018 (18)). Suurin osa tutkimuksista on suppeita soveltuvuusselvityksiä. Tutkimuksissa potilasmäärät ovat pieniä ja harva on tehty kontrolloidusti. Epidemiologisia tutkimuksia ei löytynyt.

Google Play -kaupasta löytyy enemmän sovelluksia kuin App Storesta (123 kpl vs. 37 kpl). Maksullisia sovelluksia on App Storessa (23/37, 62%) ja Google Playssa (24/123, 19,5%). Lääketieteen ammattilaisille suunniteltuja mobiilisovelluksia on vähän.

Sovellusten sisältöä ei valvota tarkasti. Vain joka kolmannessa sovelluksessa on ollut lääketieteen ammattilainen mukana kehitystyössä. (15) Suurimmasta osasta sovelluksia puuttuu lähdeviitteet (18). Sovellusten laadukkuuteen kiinnitettiin huomiota kahdessa katsauksessa: Rak ym. (2019) ja Sleurs ym. (2018). Katsauksissa laadukkaita sovelluksia löytyi vain muutama. (15) (38)

Lääketieteen ammattilaisten tulisi osallistua sovellusten kehitystyöhön enemmän. Sovellusten sisällön tulee perustua tieteellisesti tutkittuun tietoon ja lähdetietojen olla näkyvissä. Sovellusten rekisteröinti lääketieteellisiksi laitteiksi (Medical device (39)) lisäisi valvontaa sisällön asianmukaisuudesta ja tekisi sovelluksista luotettavampia. Sovellusten rekisteröiminen on kuitenkin monimutkainen prosessi, joka aiheuttaa kustannuksia sovellusten kehittäjille. Rekisteröinnin ohella monissa EU-maissa edellytetään myös CE-merkintää (40).

Tutkimuksia sovellusten käytöstä kliinisessä työssä tarvitaan lisää. Tutkimuksissa aineiston olisi oltava suurempi tilastollisen merkitsevyyden havaitsemiseksi. Sovellusten sisältöä ja laadukkuutta tulisi vertailla objektiivisesti esimerkiksi pisteytyksellä. Käyttökelpoisia pisteytysmalleja on esitetty tutkimuksissa Rak ym. (2019) sekä Sleurs ym. (2018). Applikaatioiden laatua ovat arvioineet myös Albrecht ym. (2013) (16) (17) sekä Bravo ym. (2015) (41). Yhdysvaltain lääkevirasto FDA tai Euroopan lääkejärjestö EMA eivät ole antaneet suosituksia mobiilisovelluksista. Iso-Britannian lääkevirasto (MHRA) on julkaissut

ohjekirjan (42) sovelluskehittäjille. Maailman terveysjärjestö (WHO) on julkaisemassa suosituksen laadukkaiden sovellusten kehittämiseen. (43)

Applikaatioista tulisi tehdä tietoturvallisempia. Suojaamattomat sovellukset mahdollistavat kolmansien osapuolien pääsyn arkaluonteisiin potilastietoihin. Tietoturva huomioitiin vain muutamassa tutkimuksessa. EU:ssa 2018 voimaan tullut GDPR (General Data Protection Regulation) asettaa turvallisuusvaatimuksia kaikille käyttäjätietoja kerääville sovelluksille (44).

Mobiililaitteet yleistyvät nopeasti ja kulkevat käyttäjien mukana. Myös kehittyvissä maissa älylaitteiden ja internetin saatavuus on parantunut. Ne tarjoavat kustannustehokkaita keinoja edistää terveyttä ja sairaanhoitoa. Mobiilisovellusten avulla perinteisten vastaanottokäyntien määrää voidaan mahdollisesti vähentää. Applikaatiot sisältävät hyödyllistä tietoa sairauden luonteesta, yleisyydestä sekä hoito-ohjeita, joiden avulla potilaat oppivat hoitamaan itseään.

KNK-lääkärille on muutamia kliinisessä työssä käyttökelpoisia sovelluksia. Sovelluksiin tulee kuitenkin suhtautua varauksella. Kliinikon kannattaa käyttää vain sovelluksia, jotka on rekisteröity lääketieteelliseen käyttöön sekä varmistua niiden tietoturvallisuudesta.

Lääketieteellinen näkökulma olisi huomioitava jo sovellusten suunnittelussa. Tulevaisuudessa näkisin opiskelijoiden sekä lääketieteen ammattilaisten osallistuvan enemmän applikaatioiden kehitykseen. Merkittävä este lääkärin mobiilisovellusten yleistymiselle on taloudellinen. Sovellusten kehitys vaatii rahoitusta etenkin, jos noudatetaan viranomaissuosituksia ja pyritään tieteellisesti laadukkaaseen sisältöön. Yliopistot voisivat toimia sovellusten rahoittajana. Tällöin myös opiskelijoiden osallistuminen sovellusten kehitykseen olisi mahdollista.

Mobiilisovellusten potentiaali lääkärin työvälineenä on vielä pääasiassa hyödyntämättä. Lähivuodet tulevat näyttämään, kehitetäänkö laadukkaita sovelluksia ja miten niiden käyttö kliinisessä työssä yleistyy.

Lähdeluettelo

- (1) Sovellusohjelma. 2019; Available at:
<https://fi.wikipedia.org/w/index.php?title=Sovellusohjelma&oldid=18350123>. Accessed Dec 17, 2019.
- (2) Käyttöjärjestelmä. 2019; Available at:
<https://fi.wikipedia.org/w/index.php?title=K%C3%A4ytt%C3%B6j%C3%A4rjestelm%C3%A4&oldid=18372364>. Accessed Feb 11, 2020.
- (3) Käyttöliittymä. 2019; Available at:
<https://fi.wikipedia.org/w/index.php?title=K%C3%A4ytt%C3%B6liittym%C3%A4&oldid=18442372>. Accessed Dec 28, 2019.
- (4) Your Phone Is Now More Powerful Than Your PC. 2018; Available at:
<https://insights.samsung.com/2018/08/09/your-phone-is-now-more-powerful-than-your-pc/>. Accessed Dec 28, 2019.
- (5) Mobile app. 2019; Available at:
https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Mobile_app&oldid=916884871. Accessed Nov 15, 2019.
- (6) Android (operating system). 2019; Available at:
[https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Android_\(operating_system\)&oldid=926134989](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Android_(operating_system)&oldid=926134989). Accessed Nov 15, 2019.
- (7) iOS. 2019; Available at:
<https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=iOS&oldid=924244633>. Accessed Nov 15, 2019.
- (8) Poque D. A Place to Put Your Apps. 2009; Available at:
<https://www.nytimes.com/2009/11/05/technology/personaltech/05pogue.html?pagewanted=all>.
- (9) Word of the year. 2019; Available at:
https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Word_of_the_year&oldid=930154206. Accessed Dec 17, 2019.
- (10) Graphical user interface. 2019; Available at:
https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Graphical_user_interface&oldid=932796114. Accessed Dec 28, 2019.
- (11) Touchscreen. 2019; Available at:
<https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Touchscreen&oldid=931503079>. Accessed Dec 28, 2019.

- (12) Cloud computing. 2019; Available at: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Cloud_computing&oldid=932102807. Accessed Dec 28, 2019.
- (13) mHealth. 2020; Available at: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=MHealth&oldid=933898652>. Accessed Jan 27, 2020.
- (14) Hsueh WD, Bent JP, Moskowitz HS. An app to enhance resident education in otolaryngology. *The Laryngoscope* 2018;128(6):1340-1345.
- (15) Rak K, Völker J, Taeger J, Bahmer A, Hagen R, Albrecht U. Medical Apps in Oto-Rhino-Laryngology. *Laryngo-Rhino-Otol* 2019;98:S253-S289.
- (16) Albrecht U, von Jan U, Jungnickel T, Pramann O. App-synopsis - standard reporting for medical apps. *Stud Health Technol Inform* 2013;192:1154.
- (17) App-Synopsis. Available at: <https://plrimedapplab.weebly.com/app-synopsis.html>. Accessed Jan 28, 2020.
- (18) Casale M, Costantino A, Rinaldi V, Forte A, Grimaldi M, Sabatino L, et al. Mobile applications in otolaryngology for patients: An update. *Laryngoscope investigative otolaryngology* 2018;3(6):434-438.
- (19) Praat. 2019; Available at: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Praat&oldid=918510084>. Accessed Feb 11, 2020.
- (20) Núñez Batalla F, González Márquez R, Peláez González MB, González Laborda I, Fernández Fernández M, Morato Galán M. [Acoustic voice analysis using the Praat program: comparative study with the Dr. Speech program]. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2014 May-Jun;65(3):170-176.
- (21) Patel RR, Awan SN, Barkmeier-Kraemer J, Courey M, Deliyski D, Eadie T, et al. Recommended Protocols for Instrumental Assessment of Voice: American Speech-Language-Hearing Association Expert Panel to Develop a Protocol for Instrumental Assessment of Vocal Function. *Am J Speech Lang Pathol* 2018 08 06;;27(3):887-905.
- (22) Nemr K, Simões-Zenari M, Cordeiro GF, Tsuji D, Ogawa AI, Ubrig MT, et al. GRBAS and Cape-V scales: high reliability and consensus when applied at different times. *J Voice* 2012 Nov;26(6):812.e17-22.
- (23) Munnings AJ. The Current State and Future Possibilities of Mobile Phone “Voice Analyser” Applications, in Relation to Otorhinolaryngology. *Journal of Voice* 2019.
- (24) Bright T, Pallawela D. Validated Smartphone-Based Apps for Ear and Hearing Assessments: A Review. *JMIR Rehabil Assist Technol* 2016 Dec 23;;3(2):e13.

- (25) Organ B, Liu H, Bromwich M. An iPhone-Assisted Particle Repositioning Maneuver for Benign Paroxysmal Positional Vertigo (BPPV): A Prospective Randomized Study. *J Am Board Fam Med* 2015;28(1):118.
- (26) Długaiczek J, Thiemer M, Neubert C, Schorn BA, Schick B. The aVOR App Increases Medical Students' Competence in Treating Benign Paroxysmal Positional Vertigo (BPPV). *Otol Neurotol* 2018 06;39(5):e401-e406.
- (27) Whittaker M, Mathew A, Kanani R, Kanegaonkar RG. Assessing the Unterberger test: introduction of a novel smartphone application. *J Laryngol Otol* 2014 Nov;128(11):958-960.
- (28) Moshtaghi O, Sahyouni R, Haidar YM, Huang M, Moshtaghi A, Ghavami Y, et al. Smartphone-Enabled Otoscopy in Neurotology/Otology. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2017 03;156(3):554-558.
- (29) Liu H, Akiki S, Barrowman NJ, Bromwich M. Mobile Endoscopy vs Video Tower: A Prospective Comparison of Video Quality and Diagnostic Accuracy. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2016 10;155(4):575-580.
- (30) Wu C, Wu S, Chen P, Lin Y. An innovative smartphone-based otorhinoendoscope and its application in mobile health and teleotolaryngology. *J Med Internet Res* 2014 Mar 03;16(3):e71.
- (31) Shah MU, Sohal M, Valdez TA, Grindle CR. iPhone otoscopes: Currently available, but reliable for tele-otoscopy in the hands of parents? *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2018 Mar;106:59-63.
- (32) Erkkola-Anttinen N, Irjala H, Laine MK, Tähtinen PA, Löyttyniemi E, Ruohola A. Smartphone Otoscopy Performed by Parents. *Telemedicine and e-Health* 2018 July 24;25(6):477-484.
- (33) Nagaraj MK, Prabhu P. Internet/smartphone-based applications for the treatment of tinnitus: a systematic review. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2019 Dec 05;.
- (34) Henry JA, Thielman E, Zaugg T, Kaelin C, Choma C, Chang B, et al. Development and field testing of a smartphone "App" for tinnitus management. *International Journal of Audiology* 2017;56(10):784-792.
- (35) American Board of Otolaryngology - Head and neck surgery. Otolaryngology Training Examination (OTE). Available at: <https://www.aboto.org/ote.html>.
- (36) Clendaniel RA. The effects of habituation and gaze-stability exercises in the treatment of unilateral vestibular hypofunction – preliminary results. *J Neurol Phys Ther* 2010 - 6;34(2):111-116.

- (37) Kuulokkeet (Tuned by AKG) | lisävarusteet mobiilituotteille. Available at: <https://www.samsung.com/fi/mobile-accessories/earphones-tuned-by-akg-eo-ig955/EO-IG955BSEGWV/>. Accessed Dec 28, 2019.
- (38) Sleurs K, Seys SF, Bousquet J, Fokkens WJ, Gorris S, Pugin B, et al. Mobile health tools for the management of chronic respiratory diseases. *Allergy* 2019;74(7):1292-1306.
- (39) European Medicines Agency (. Medical Devices . 2019; Available at: <https://www.ema.europa.eu/en/human-regulatory/overview/medical-devices>.
- (40) CE-merkintä. Available at: <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/ce-merkinta>. Accessed Jan 27, 2020.
- (41) Bravo P, Edwards A, Barr PJ, Scholl I, Elwyn G, McAllister M. Conceptualising patient empowerment: a mixed methods study. *BMC Health Serv Res* 2015 Jul 01;;15:252.
- (42) Medical devices: software applications (apps). Available at: <https://www.gov.uk/government/publications/medical-devices-software-applications-apps>. Accessed Dec 9, 2019.
- (43) NCDs | Be He@lthy, Be Mobile Handbooks. Available at: <http://www.who.int/ncds/prevention/be-healthy-be-mobile/handbooks/en/>. Accessed Jan 27, 2020.
- (44) EU:n tietosuoja-asetus - usein kysyttyjä kysymyksiä. Available at: <https://tietosuoja.fi/gdpr>. Accessed Dec 28, 2019.